

PISÉ H₂O

Jean-Marie LE TIEC - Grégoire PACCOUD

De l'eau et des grains pour un renouveau du pisé en Rhône-Alpes



CRA Terre Editions



Rhône-Alpes Région



d'
de école nationale
supérieure
d'architecture
de grenoble



PARTENARIAT

Ministère de la Culture et de la Communication
Région Rhône-Alpes
Conseil Général de l'Isère
Isère, Porte des Alpes
École Nationale Supérieure d'Architecture
de Grenoble
CRATerre - ENSAG
CAUE - Rhône-Alpes
AFPA - Rhône-Alpes
CAPEB Rhône-Alpes
Mairie de Nivolas-Vermelle

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES

Patrice DOAT
Hugo HOUBEN

CONCEPTION DE L'OUVRAGE

Nathalie SABATIER

CONTRIBUTIONS SCIENTIFIQUES

Romain ANGER
Wilfredo CARAZAS AEDO
Michel DAYRE
Laetitia FONTAINE
Henri VAN DAMME

DIRECTEUR SCIENTIFIQUE

Hubert GUILLAUD

DIRECTEUR DE PUBLICATION

Thierry JOFFROY

CONTRIBUTIONS AUX CHANTIERS

Emmanuel AGUILA
Soline BRUSC
Daniel DUCHERT
Grégoire PACCOUD
Medhi TENOUTI

DESIGN GRAPHIQUE

Jean-Marie LE TIEC
Grégoire PACCOUD
Arnaud MISSE

PHOTOS

CRATerre - ENSAG
Patrice DOAT
Grégoire PACCOUD

IMPRESSION

Bastianelli-Clerc

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier
chaleureusement Michel Rival et ses
adjoints pour avoir pris un grand intérêt
à ces travaux et avoir accueilli ces
expérimentations sur la commune de
Nivolas-Vermelle, ainsi que l'architecte
de l'opération, Christiane Bossy.

Nos remerciements s'adressent
également aux personnes et institutions
qui contribuent d'une façon ou d'une
autre, à encourager et faciliter la mise
en valeur du patrimoine pisé de la Région
et du Département :
la Région Rhône-Alpes,
le Conseil Général de l'Isère,
l'Association Isère, Porte des Alpes,
le Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et
de l'Environnement de l'Isère
la Confédération de l'Artisanat et des Petites
Entreprises du Bâtiment Rhône-Alpes
L'Association nationale pour la Formation
Professionnelle des Adultes Rhône-Alpes

Notre gratitude va aussi à Florence
Chassac d'Isère, Porte des Alpes, chargée
du Tourisme et du Patrimoine, qui par
son énergie et sa persévérance nous a
introduit auprès de nombreux particuliers
pour les aider à mieux comprendre la
valeur de leur patrimoine en pisé.

couverture : mur en pisé coulé
ci-contre : badigeon de terre sur pisé

© 2006 CRATerre
CRATerre Editions
BP 23, rue de la Buthière, Maison Levrat,
Parc Fallavier
38092 VILLEFONTAINE cedex, France
Dépot légal mai 2006
ISBN 2-906901-44-X

Jean-Marie LE TIEC - Grégoire PACCOUD

PISÉ H₂O

De l'eau et des grains pour un renouveau du pisé
en Rhône-Alpes



PRÉFACE

La presque totalité des maisons anciennes de Nivolas-Vermelle, comme de la plupart des villages du Dauphiné des Collines, sont construites en pisé. Mais, aujourd'hui, le pisé a presque disparu de notre environnement, car au fil des décennies, on s'est ingénié à masquer ce matériau considéré comme le matériau du pauvre. C'est dommage pour la qualité des bâtiments, car le pisé est un matériau « vivant » qui doit échanger avec son milieu ambiant. Et c'est aussi dommage pour la beauté, car ces argiles aux teintes proches des champs labourés environnants, changent selon les heures de la journée, ce que ne savent pas faire les enduits modernes.

En tant que maire de Nivolas-Vermelle, je partage avec d'autres élus le souci de conserver l'authenticité de notre patrimoine bâti en pisé. Réunis au sein de l'association « Isère, Porte des Alpes » qui regroupe 48 communes du nord de l'Isère, nous avons perçu l'importance de notre patrimoine en pisé et inscrit au Contrat Global de Développement un programme de valorisation du pisé. Et en suivant de près le Festival Grains d'Isère, organisé chaque année depuis cinq ans par le laboratoire CRATerre aux Grands Ateliers à Villefontaine, j'ai été sensible aux approches

valorisant notre culture du pisé selon un point de vue contemporain.

C'est donc avec enthousiasme que j'ai accepté la proposition du CRATerre d'expérimenter de nouvelles pratiques de restauration sur la Grange Porcher, grange ancienne située près du centre du village et propriété communale. Nous avons ainsi lancé une opération témoin qui puisse ensuite servir de référence, tant aux propriétaires de maisons en pisé qu'aux artisans de la région, dans le domaine de la restauration et de la mise en valeur du pisé.

L'avenir devra donner la place qui leur revient à ces nouvelles pratiques plus compatibles avec le pisé. Et mon souci en tant qu'élus est, désormais, de sensibiliser nos entreprises locales à ce Pisé H2O afin que nous ne perdions pas davantage les caractères de notre patrimoine en pisé, symbole de notre identité territoriale et remarquable expression culturelle régionale.

Michel Rival

Maire de Nivolas-Vermelle



INTRODUCTION

La terre et l'eau. Voilà deux éléments, l'un de nature solide et l'autre liquide, qui semblent apparemment antagonistes si on les considère dans la perspective d'usage en construction dès lors que leur mélange, à première évidence, donne de la boue. C'est bien pourtant avec une telle matière que l'homme, de tout temps, a construit son habitat. Ce mélange de terre et d'eau a suscité une intelligence constructive des plus abouties qui soit. Ainsi, selon les contextes culturels du monde, on a bâti en terre ajoutée d'eau des maisons, des palais, des villages et des villes entières, édifices en torchis, bauge, briques d'adobe ou en pisé.

En Rhône-Alpes, c'est en effet ce procédé de pisé qui traduit l'évolution pleinement maîtrisée de la culture constructive traditionnelle du territoire, depuis des temps reculés. Un territoire offrant une terre faite d'argile, de silts, de sables et de graviers, dont les caractéristiques minérales la rendent propice à être compactée dans des coffrages, à son état d'humidité naturelle pour constituer un véritable béton. Le patrimoine architectural en pisé du Nord Isère est l'un des plus divers et riche en expressions architecturales remarquables de la culture planétaire du pisé. Il constitue l'un des traits dominant du paysage aménagé par l'homme. Il est l'identité de ce territoire aujourd'hui menacée par les pressions de l'urbanisation galopante, par des pratiques d'entretien, de restauration ou de réhabilitation qui trop souvent gommant

l'évidence physique du pisé, de sa matière, de ses couleurs. Interventions cosmétiques qui banalisent l'héritage, dénaturent sa signification et sa valeur culturelle et qui peuvent aussi générer de graves pathologies très destructrices.

Les recherches fondamentales les plus récentes menées sur la physique de la matière granulaire et sur la cohésion de la terre nous permettent de reconsidérer cette relation complexe entre la terre et l'eau, d'affirmer que ces deux éléments sont indissociables pour permettre la construction en terre. Ces recherches permettent aussi d'envisager de nouveaux procédés plus compatibles, comme plus économiques pour restaurer le pisé. Promouvoir ce pisé H₂O, c'est simplement aider à préserver et revaloriser les caractères identitaires d'un héritage enraciné dans le territoire pour que son histoire et celle des hommes qui l'ont transmis puissent être reconnues, appréciées et réappropriées par les générations actuelles et à venir. Pour que ce territoire puisse faire fructifier ce legs des charpentiers bâtisseurs de pisé, puisse réinventer, développer son architecture de terre et d'eau, son pisé dans des formes renouvelées d'application constructive et architecturale, au profit de la population du territoire.

Hubert Guillaud

Directeur scientifique du CRATerre-ENSAG

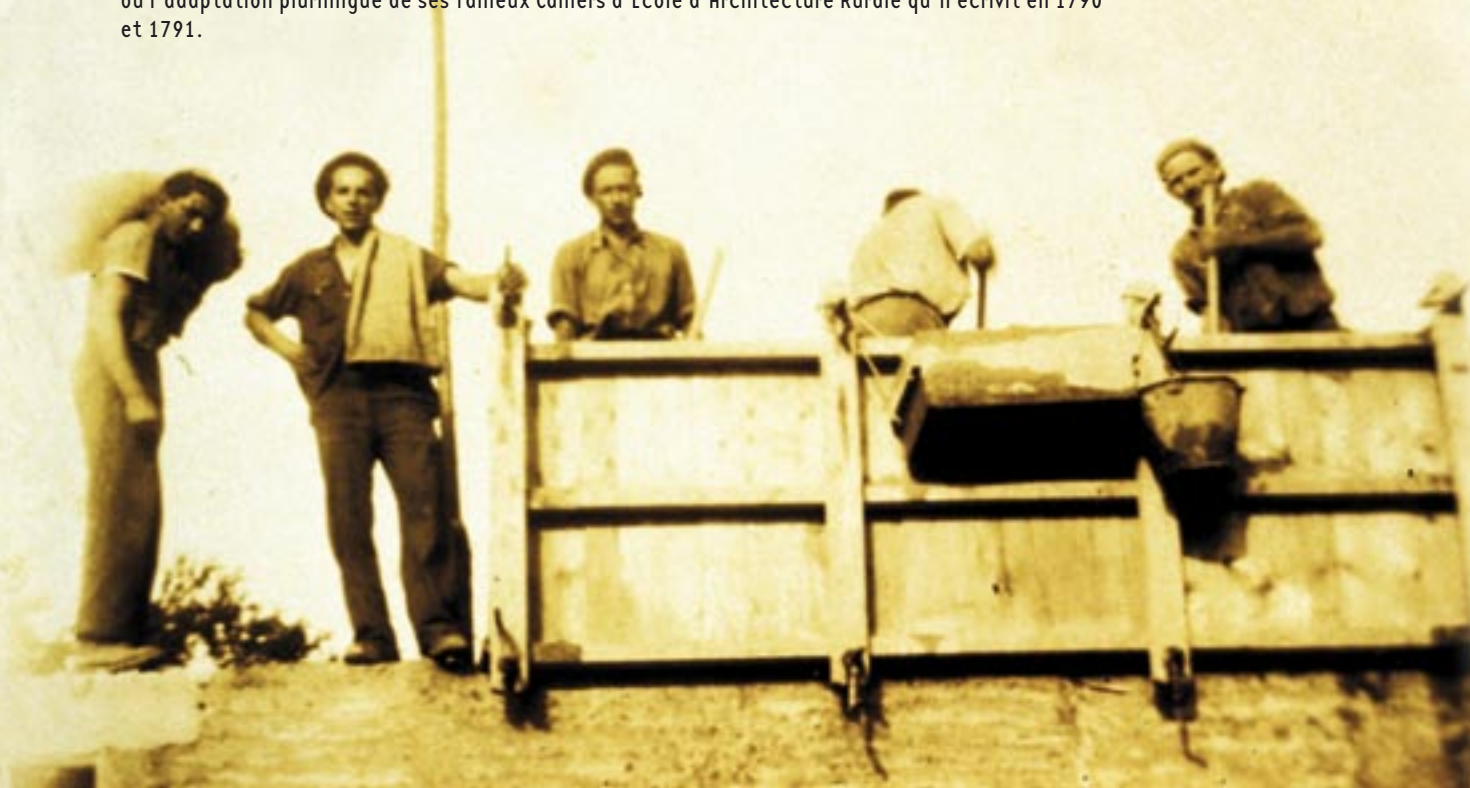
UNE CULTURE DE BÂTISSEURS

Une grande culture régionale et locale du pisé



La construction en pisé consiste à compacter de la terre disposée en couches peu épaisses dans des coffrages. Ce procédé traduit une forme très élaborée de construction en terre dont la région Rhône-Alpes est l'un des principaux foyers d'expression culturelle en Europe. L'histoire de cette technique qui atteint sa maturité aux époques gallo-romaines puis demeure couramment utilisée aux époques médiévales pour l'habitat populaire,

rural et urbain, est ensuite marquée par l'architecte lyonnais François Cointeraux. Celui-ci, à la fin du 18^e siècle, a diffusé dans le monde entier, jusqu'en Australie et en Nouvelle Zélande, le savoir-faire du pisé tel qu'il était pratiqué dans le Lyonnais, le Dauphiné et le Bugey grâce à la traduction ou l'adaptation plurilingue de ses fameux Cahiers d'Ecole d'Architecture Rurale qu'il écrivit en 1790 et 1791.



Des savoir - faire anciens

La construction en pisé a été encore largement employée jusqu'à la fin des années 40, ce qui explique que plus de 90 % du patrimoine rural de la région soient en pisé. Le Dauphiné, et plus particulièrement le Nord de l'Isère, témoigne ainsi d'une des plus belles traditions mondiales des architectures de pisé déclinées en habitats paysans et ouvriers, en immeubles d'habitation urbains, en maisons bourgeoises et châteaux, en chapelles et églises, en bâtiments de mairies-écoles, ou encore en sheds industriels.

Malheureusement les savoir-faire de la construction en pisé ont quasiment disparu. D'une part, parce que les charpentiers, détenteurs de cette culture constructive, ont été particulièrement décimés dans les tranchées lors de la Première Guerre Mondiale. Et d'autre part, parce qu'après la Deuxième Guerre Mondiale, les maçons ont été formés aux pratiques dominantes du béton de ciment par les centres de formation professionnelle du bâtiment. Ainsi, la tradition du pisé a-t-elle rapidement décliné en trois décennies. Mais elle nous laisse en témoignage un remarquable patrimoine architectural, expression d'une véritable culture de bâtisseurs.



Patrimoine rural rhônalpin en pisé .

UN TERRITOIRE EN ACTION

Valoriser et restaurer le pisé



Depuis cinq ans, CRATerre pilote une action de valorisation du pisé inscrite au Contrat Global de Développement d'Isère, Porte des Alpes. Ce partenariat scientifique et culturel avec 48 communes du nord de l'Isère, soutient le déploiement d'actions de sensibilisation et de conseil auprès des collectivités territoriales, des milieux scolaires et professionnels. Ces actions ont favorisé une meilleure prise de conscience de la valeur du patrimoine architectural en pisé. Au-delà du conseil, nos interventions visent à expliquer les particularités du pisé et la nécessité de le préserver comme un trait identitaire du territoire. Plutôt que de masquer le pisé sous un enduit, notre objectif est de le « mettre à nu », de le montrer, tout en assurant les conditions de sa préservation.

Avec ce livret, nous proposons d'exposer et de transmettre notre savoir-faire pour restaurer le pisé et mieux préserver l'identité et l'authenticité du patrimoine en pisé de la région Rhône-Alpes.

La proportion d'eau contenue dans un mur en terre est variable et dépend des conditions hygrométriques extérieures. Le pisé se maintient constamment en équilibre hydrique avec son environnement. Lorsque les conditions ambiantes changent, la teneur en eau du pisé varie. En particulier, tout excès d'eau est évacué par évaporation. Le plus souvent, la présence d'un enduit bloquera ces échanges. Il empêchera peut-être l'eau de pénétrer à l'intérieur du mur mais, à coup sûr, il l'empêchera d'en sortir.







LA MATIÈRE EN GRAINS

Expérimenter et innover

En associant des recherches fondamentales sur la matière en grains et la cohésion de la terre comme matériau granulaire à des expérimentations innovantes de restauration du bâti en pisé, CRATerre démontre, scientifiquement et pratiquement, que lors de la mise en œuvre du pisé, l'eau n'est pas son ennemie mais bien au contraire une indispensable et formidable alliée.

Les recherches réalisées sur la cohésion de la terre puis celles menées dans le cadre de Grains de Bâisseurs, la matière en grains, de la géologie à l'architecture* ont montré le rôle essentiel de l'eau dans la transformation d'une terre brute en un matériau de construction. Elles ont permis de déboucher sur la mise au point de nouveaux bétons de terre, baptisés Pisé H₂O, allant du pisé coulé aux mortiers et aux badigeons de terre et d'eau. Ces nouveaux matériaux fournissent des procédés simples et économiques de restauration des façades en pisé.

La terre est une matière complexe et hétérogène constituée de grains, d'air et d'eau. Un bloc de terre, bien que perçu comme un solide cohérent, homogène, est composé d'une phase solide (les grains, le squelette granulaire), d'une phase liquide (l'eau) et d'une phase gazeuse (l'air et la vapeur d'eau). L'assemblage de ces trois éléments, solide, liquide et gaz permet d'obtenir un matériau solide pour construire un bâtiment en pisé.



terre à pisé



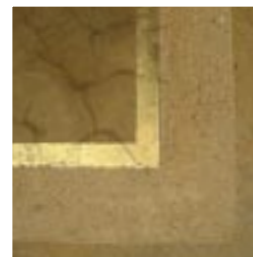
pisé coulé



mortier de terre



enduit D. Duchert



enduit poli G. Taxil

Gros plan de pisé du Nord-Isère

* Grains de Bâisseurs, Romain Anger, Laetitia Fontaine, éditions CRATerre, Villefontaine, décembre 2005, 36p.

document téléchargeable sur le site internet : www.Craterre.archi.fr

DES GRAINS, DE L'AIR ET DE L'EAU

La terre à pisé est un matériau granulaire



La terre à pisé, matériau très ancien et des plus ordinaires est pourtant encore très mal connue. C'est une matière naturellement élaborée par la nature avant d'être transformée par l'homme en matériau de construction. Les terres, les sols, sont composés d'un ensemble de grains de tailles diverses, cailloux, graviers, sables, silts et argiles, qui proviennent de la désagrégation et de l'altération des roches. Leurs structures, leurs solidités dépendent en partie des fractions respectives des grains qui les constituent. C'est donc en toute logique que l'homme, qui s'est depuis toujours servi des matériaux locaux disponibles, a utilisé la terre pour construire. Et l'exceptionnel patrimoine du Nord Dauphiné témoigne des qualités naturelles de la terre locale utilisée sous forme de pisé, véritable béton prêt à l'emploi.

La terre à pisé est un mélange qui va du galet de 10 centimètres à des particules d'argiles de quelques millièmes de millimètres. Les plus gros grains, les cailloux, sont donc 100 000 fois plus gros que les plus petits, les argiles et, pour cela, elle constitue un excellent matériau de construction.

Cailloux : de 20 à 2 cm



Graviers : de 2 cm à 2 mm



Sables :



Le pisé est un béton naturel prêt à l'emploi

Le pisé est un béton, naturel et prêt à l'emploi. Béton n'est pas synonyme de ciment! Béton est un terme générique qui désigne un matériau de construction composite fabriqué à partir de granulats de sable et de graviers agglomérés par un liant. Pour le béton de ciment ce sont les hydrates de ciment, artificiellement fabriqués, qui servent de liant et pour le pisé, c'est l'argile, naturellement présente dans la terre.

Le béton de ciment n'est qu'une évolution moderne du pisé. D'ailleurs, les tout premiers bétons de la région ont été mis en œuvre avec les outils utilisés pour le pisé, en particulier les banches, et ils ont été compactés avant d'être coulés !



Habitat rural à St Chef

de 2 mm à 60 microns

Silts : de 60 microns à 2 microns

Argiles : en dessous de 2 microns



DE L'EAU POUR CONSTRUIRE

L'eau, liant de la terre

L'eau joue un rôle essentiel dans l'aptitude de la terre à constituer un matériau de construction. Elle renforce sa cohésion en augmentant l'interaction entre les particules d'argiles.

Un mur en terre n'est jamais complètement sec, contrairement à ce

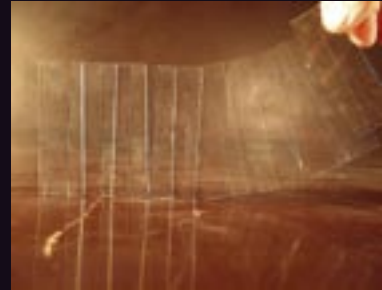
que nous pouvons nous laisser croire. Il contient toujours de l'eau entre les argiles. Une eau qui ne s'évapore jamais complètement puisqu'elle est en équilibre avec l'humidité relative de l'air environnant. A cet état d'équilibre hydrique, la terre contient environ 2 % d'humidité. Cela équivaut à 15 litres

par m² pour un mur en pisé de 40 cm d'épaisseur. Sans cette eau, il serait impossible de construire un mur en terre. Le mur lui doit une grande partie de sa cohésion. En l'absence d'eau, la terre ne peut se présenter sous la forme d'un solide cohérent, elle se dissocie : c'est un milieu en poudre, pulvérulent.

Les forces capillaires

C'est par l'intermédiaire des forces capillaires que l'eau « colle » les grains entre eux. Ces forces capillaires sont responsables de la tension superficielle de l'eau, utilisée par certains insectes pour marcher sur l'eau, et qui permet de construire des châteaux de sable avec un mélange de grains, d'air et d'eau.

La cohésion d'un mur en terre est due aux forces capillaires qui agissent à travers des films d'eau de seulement deux à trois couches moléculaires qui entourent les plaquettes d'argiles. La présence d'une certaine quantité d'eau est donc essentielle pour garantir la cohésion d'un mur de pisé. Par contre, l'eau est nocive pour un mur en terre si elle est présente en grande quantité dans la masse du mur.



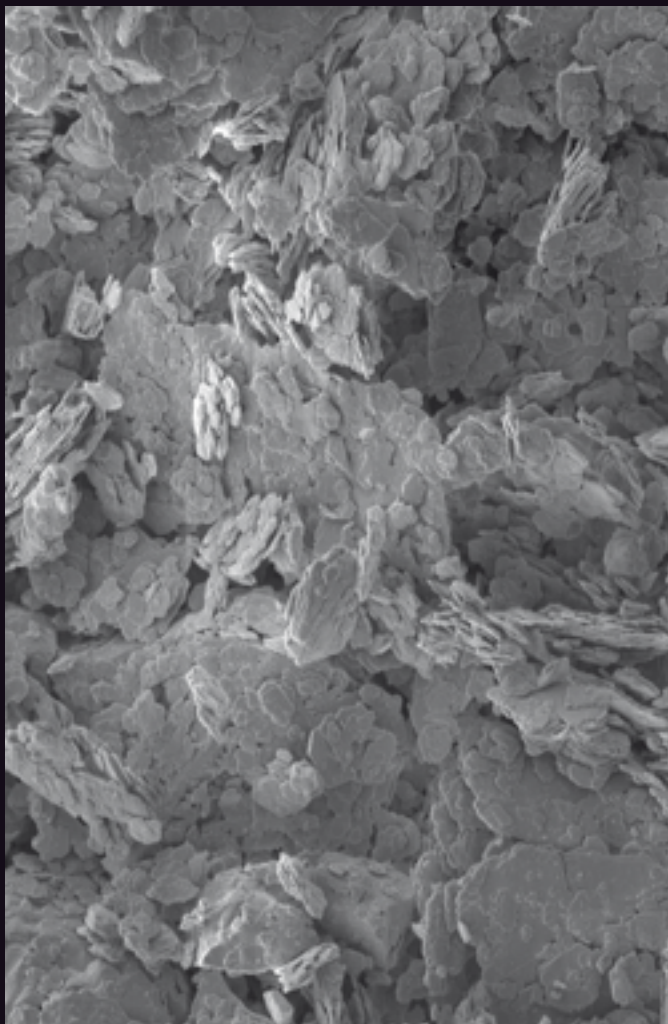
Cohésion capillaire : de la buée suffit à coller des plaques de verre entre elles.

L'expérience ci-dessous illustre l'existence et l'action des forces capillaires responsables à la fois de la cohésion du matériau terre et des remontées capillaires : Du sable sec s'écoule dans une assiette qui a été remplie d'une nappée d'eau de 1 cm d'épaisseur environ. Au fur et à mesure de l'écoulement, le sable forme une petite colonne semblable à une stalagmite. Les forces capillaires font remonter l'eau dans la colonne tout en faisant tenir les grains de sable entre eux.



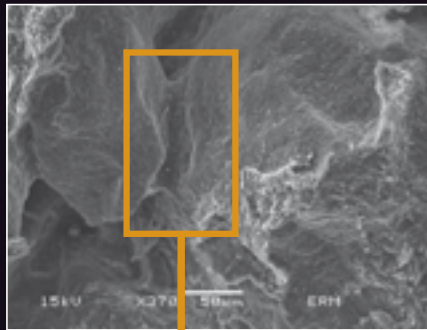
DE L'EAU POUR CONSTRUIRE

Les argiles



Les grains d'argiles, par leur petite taille et, aussi par leur forme aplatie, sont soumis à des forces capillaires beaucoup plus importantes que les autres grains, plus gros et arrondis. Elles se différencient en effet des autres constituants de la terre non seulement par leur taille microscopique mais aussi par leurs formes planes qui leur confèrent une masse insignifiante en comparaison de leur surface. Pour ces microcristaux, les propriétés de surfaces deviennent prépondérantes et, en présence d'eau, des propriétés macroscopiques particulières, telles que la plasticité et la cohésion, apparaissent.

Les argiles sont des particules microscopiques à faciès lamellaire. Photo de kaolinite réalisée au microscope électronique à balayage. Copyright C. Olagnon - GEMPPM - INSA Lyon - CNRS UMR 5510



La photo ci contre, prise au microscope électronique à balayage illustre bien le fait que l'argile est le liant de la terre. On aperçoit deux grains de sable recouverts par un film d'argile et liés entre eux par un pont argileux. L'argile « colle » les différents grains entre eux. Cependant, une observation de ce pont argileux montre que celui-ci est constitué d'un ensemble de particules, les argiles, sortes de grains plats microscopiques, liées entre elles par des ponts d'eau. Finalement, le véritable liant de la terre, c'est l'eau.

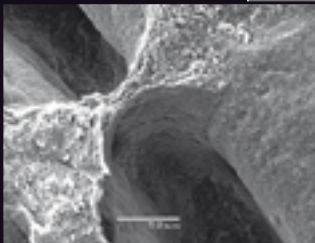


Photo d'un pont d'argile liant 2 grains de sable

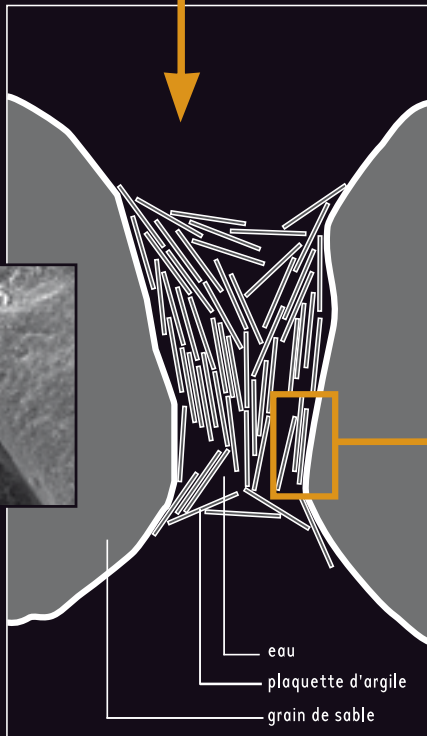
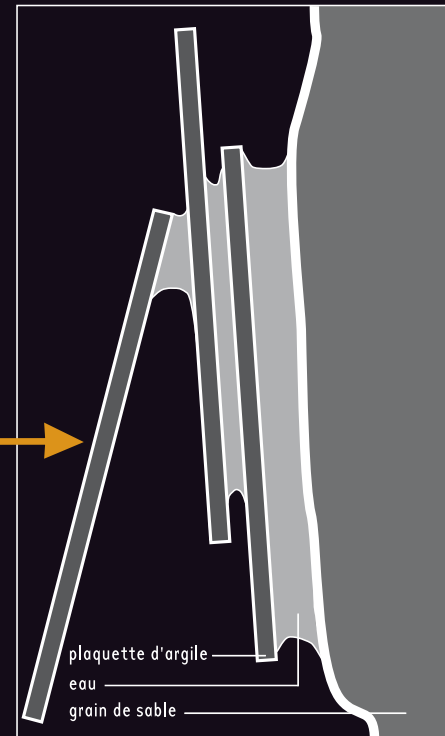


Schéma du pont argileux liant des grains de sable



Agrandissement du pont d'eau liant les plaquettes d'argiles

DE L'EAU POUR CONSTRUIRE

La teneur en eau

Le test de teneur en eau d'une terre à pisé est intéressant car il permet de comprendre que ses propriétés varient fortement avec la teneur en eau. En examinant les différents états de la terre, son passage de l'état sec à l'état humide, puis de l'état plastique à l'état liquide, il apparaît qu'une très petite augmentation de la quantité d'eau qu'elle contient induit son passage de l'état plastique à l'état liquide par exemple. Certaines règles de composition granulaire ont également une incidence. Si, lorsque l'on rajoute de l'eau, on apporte aussi des éléments tels que du sable ou des graviers, on stabilise le matériau évitant ainsi la formation de fissures de retrait.

Après différentes expérimentations de mélanges granulaires en laboratoire on a pu utiliser ces données pour couler du pisé, pour bâtir avec du mortier de terre, pour enduire avec de la terre ou pour appliquer des badigeons de terre ou d'eau.



Avec un même volume de terre, on façonne des colonnes les plus hautes possibles en faisant varier la teneur en eau de l'état sec à l'état liquide. On met ainsi en valeur l'existence d'un optimum de teneur en eau qui permet de construire la colonne la plus haute. Il existe donc un optimum d'eau pour lequel un mur en pisé présente un maximum de cohésion à l'état humide, donc de résistance mécanique.

Pisé coulé

Le pisé coulé reprend les principes du béton coulé mais avec de la terre à laquelle on peut éventuellement ajouter des liants hydrauliques. Le pisé coulé est employé pour reprendre en sous - œuvre un mur en pisé dégradé, pour boucher des trous, combler des fissures, réparer des angles abîmés ou faire des reprises pour de nouvelles ouvertures.

Enduits de terre

Les enduits de terre s'utilisent surtout pour corriger des erreurs visibles telles que des linteaux en béton de ciment, des bouchages de trous et fissures en ciment ou en parpaings de ciment qui peuvent dénaturer un bâtiment. Les enduits de terre stabilisée avec un liant hydraulique accrochent bien sur le béton et permettent ainsi de récupérer une façade en pisé.

Badigeons de terre

Les badigeons de terre sont plus rapides et plus faciles à réaliser qu'un enduit. Ils permettent de reprendre l'ensemble des surfaces extérieures ou intérieures avec une finition rapide qui rend homogène l'ensemble de la surface du bâti.

Badigeons à l'eau

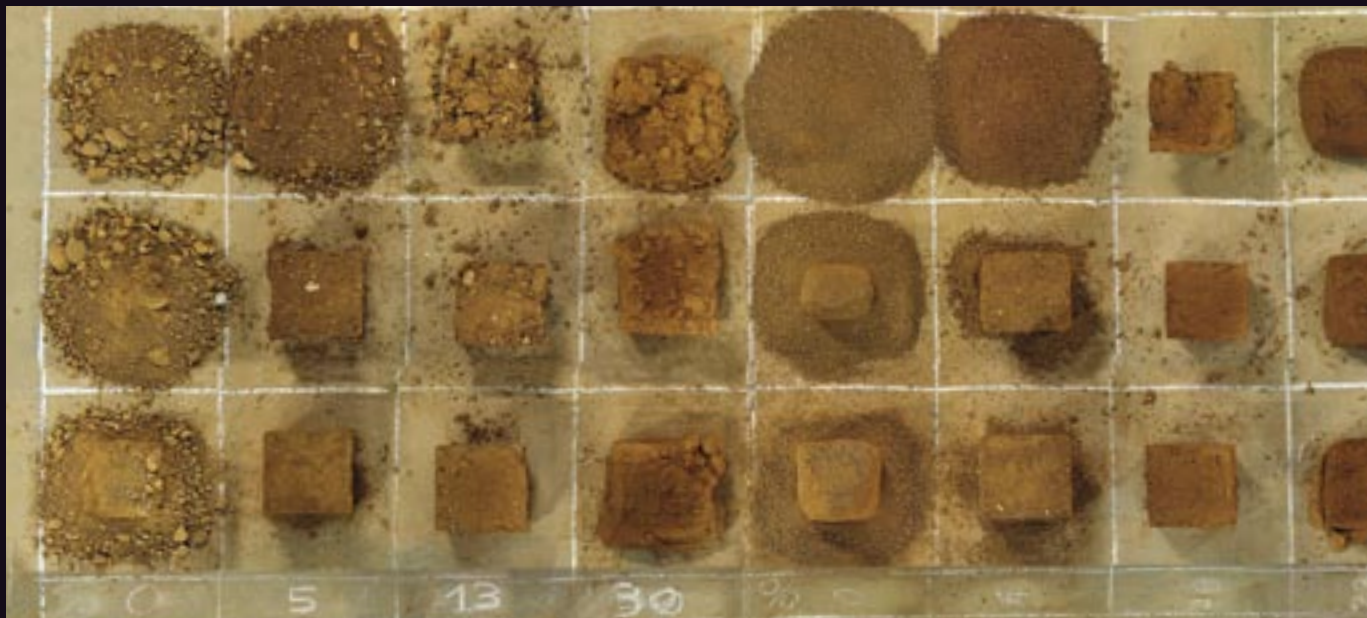
Le badigeon à l'eau s'utilise sur un pisé usé afin d'arrêter son érosion de surface. Sa mise en œuvre est d'une grande simplicité.



PISÉ H₂O

En agissant sur la fraction liquide et sur la fraction solide du matériau, c'est-à-dire en modifiant simultanément la teneur en eau de la terre et sa composition granulaire, nous avons mis au point de nouvelles techniques pour restaurer le pisé: le Pisé H₂O. Ces nouveaux procédés découlent notamment des expérimentations réalisées durant le Festival Grains d'Isère dans le cadre du partenariat du laboratoire CRATerre avec Isère, Porte des Alpes.

Toutes ces techniques ont été mises au point uniquement avec la seule terre à pisé du Nord Isère, que ce soient le pisé coulé, les enduits de terre ou les badigeons de terre et d'eau. Ainsi, elles préservent l'identité et l'authenticité du pisé en lui conservant son apparence première, sa couleur et ses textures mais aussi en sauvegardant ses qualités de régulation hydrique. Mais il faut aussi prendre garde à la proportion des granulats dans les différentes compositions et réaliser des essais sur chantier ou en laboratoire en particulier lorsqu'on utilise des liants hydrauliques.





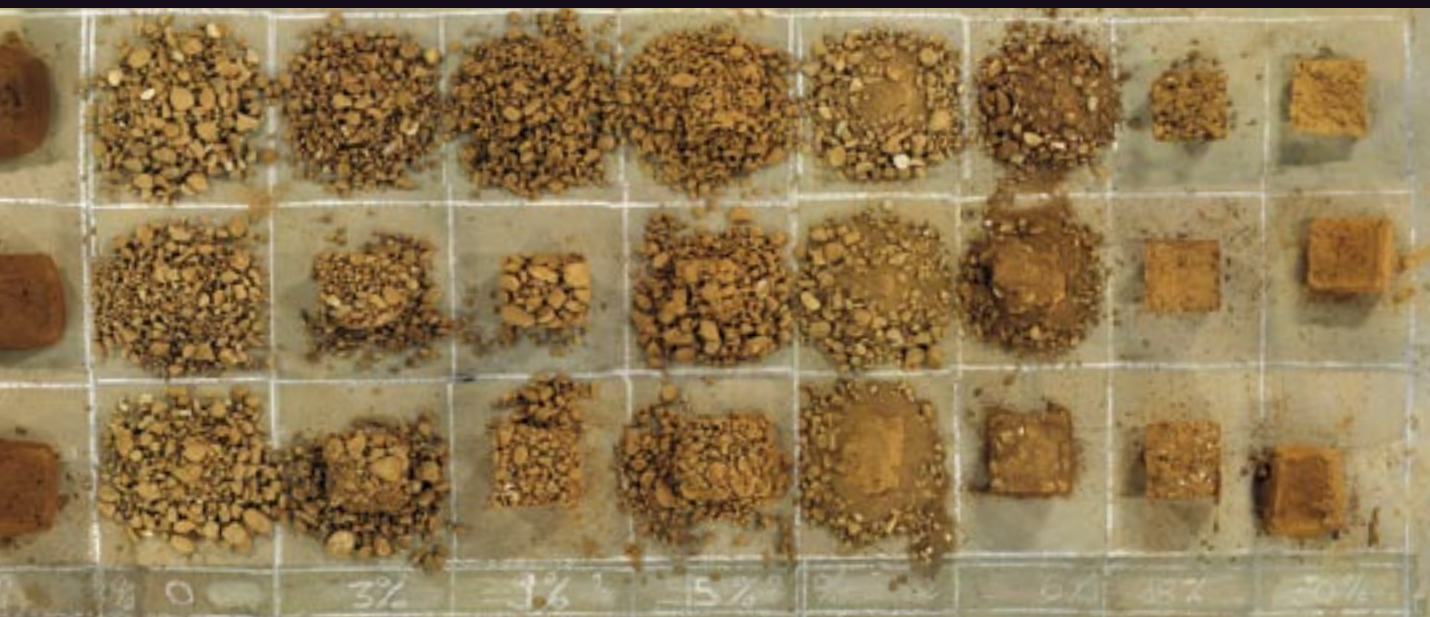
Création d'ouverture, encadrement en pisé coulé



Badigeon à l'eau



Pisé coulé dans une ossature bois



Les 3 phases de la terre : solide, liquide, gazeux - test de Wilfredo Carazas Aedo

LA GRANGE PORCHER

Une opération pilote de restauration à Nivolas-Vermelle

Le projet de réhabilitation de la Grange Porcher dont les murs en pisé portent les traces des interventions successives destinées à consolider ou à créer des ouvertures, représente un véritable enjeu en matière de restauration du pisé. Il s'agit de rattraper les erreurs commises sur les différentes façades, linteaux en béton, bouchage de trous au ciment et de rénover des murs en pisé érodés.

La grange
«Porcher», située
à Nivolas-Vermelle dans
l'Isère, fait partie d'une
ancienne usine de tissage
partiellement démolie car le
bâti était trop dégradé pour être
réhabilité. Seuls trois bâtiments
de logements ouvriers ainsi que
la grange ont été conservés et
restaurés. Le bâtiment est
actuellement utilisé par
l'antenne Nord-Isère
de l'ONF.





Grâce au soutien du maire de Nivolas-Vermelle, Monsieur Michel Rival, de son équipe municipale et d'Isère, Porte des Alpes nous avons pu proposer, en collaboration avec l'architecte Christiane Bossy, des solutions différentes des techniques de restauration du pisé actuellement mises en œuvre par les entreprises du bâtiment et les façadiers. L'objectif étant de valoriser le bâtiment tout en préservant son caractère d'ancienne grange en pisé. C'est ainsi que nous avons pu expérimenter nos nouvelles méthodes de restauration du pisé sur ce bâtiment communal.





LE PISÉ COULÉ

Le pisé coulé, ou terre coulée, reprend les principes du béton coulé. On l'utilise surtout pour des reprises en sous-œuvre dans du bâti en pisé. Il permet aussi une mise en œuvre plus rapide de murs non porteurs car il ne nécessite pas de coffrages très résistants.

A une terre à pisé, on ajoute une certaine quantité d'eau pour la rendre plus plastique. Il est nécessaire en même temps de modifier sa composition granulaire en ajoutant des graviers. On évite ainsi les fissures de retrait. On peut aussi stabiliser le pisé coulé avec des liants hydrauliques. Pour mettre en œuvre du pisé coulé il faut une teneur en eau comprise entre 16 % et 20 %. Le pisé traditionnel a une teneur en eau de 11 % à 12 % d'eau.

L'utilisation de la terre permet de réduire le coût de la restauration par rapport aux solutions classiques et de préserver l'aspect authentique du pisé. Le pisé coulé est un matériau local mis en œuvre avec les mêmes techniques courantes que celles du béton.



LE PISÉ COULÉ

Mise en oeuvre du pisé coulé

On mélange les graviers, sables et argiles avec de l'eau par une action mécanique de brassage dans une bétonnière. On obtient ainsi un mortier de gravier argileux dont la teneur en eau est telle qu'en formant une colonne de 60 cm de haut, celle-ci ne s'effondre pas sous son propre poids. Ce mortier, très plastique, est projeté sans avoir besoin d'utiliser de coffrage car il n'exerce aucune poussée horizontale.

La composition très graveleuse de ce mortier permet d'éviter les fissures de retrait et facilite sa mise en oeuvre. Le mortier est utilisé tel quel pour reprendre en sous-œuvre les angles fragilisés, les trous et les fissures, voire même tout un ensemble de murs en pisé.



Test de la colonne





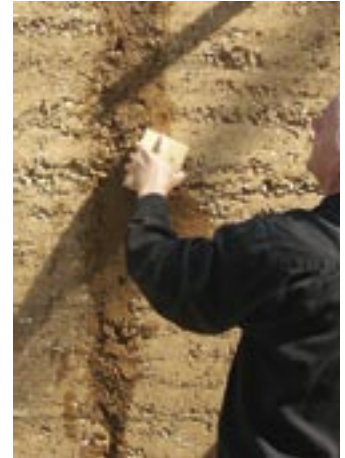


LE PISÉ COULÉ

Reprise de mur : Boucher des trous et des fissures



Reprise de fissure en pisé coulé



←↗ Bouchage de trous sur la grange Porcher à Nivolas Vermelle

Reprise d'angle



Préparation des gamates de terre à pisé coulé, de mortier de terre et d'enduit fin

Décrépissage et nettoyage



Reprise de l'angle en pisé coulé



Finition à l'enduit de terre





Reprise d'angle en pisé coulé sur la grange Porcher à Nivolas Vermelle



LES ENDUITS SUR BÉTON

Les enduits de terre sur du béton

Dans le cas d'une reprise sur du béton par exemple, il est conseillé d'utiliser un enduit de terre obtenu à partir d'une terre à pisé, tamisée à 10 mm, à laquelle on rajoute du sable pour éviter les fissures de retrait. On applique une première couche stabilisée avec un liant hydraulique, ciment blanc de préférence, pour avoir une meilleure accroche sur le béton. Ensuite, on suit le même principe de mise en oeuvre qu'un enduit classique.

Stabilisation au ciment blanc de 1 % à 3 % ➤

Stabilisation au sable à 50 % ➤



↔ Reprise sur linteau et jambages en béton armé avec un enduit de terre stabilisé au ciment blanc



LA MISE À NU DU PISÉ

Le badigeon de terre



Le badigeon de terre reprend la même proportion de terre et de sable que l'enduit de terre avec un tamisage plus fin (4 mm). Il s'applique avec un pinceau large et souple, en plusieurs couches successives. Après séchage on passe une éponge mouillée pour boucher les petites fissures de

retrait et faire ressortir les sables.

Le dosage en fines et en sable doit tenir compte de l'état de surface du mur d'origine. Il est donc possible de rajouter de la matière sur un pisé usé par le temps.

Dès lors qu'un mur possède une protection contre les remontées capillaires (soubassement, barrière capillaire) et que la partie supérieure est protégée, l'eau ne peut constituer un danger. Les pluies intermittentes mettent en œuvre un processus de dégradation de surface relativement lent: l'érosion. Celle-ci est liée à la résistance mécanique du mur: un pisé compact s'érode beaucoup moins vite qu'un pisé faiblement compacté.

Le badigeon à l'eau

Il est possible de rénover la surface d'un mur en pisé en utilisant de l'eau, comme un stabilisant simple et économique. En passant de l'eau sur la surface d'un mur en pisé avec un pinceau épais, on disperse les plaquettes d'argiles. Ce geste répété favorise la fabrication d'un mortier de surface. Les argiles, l'eau et les sables fins se fixent et s'agglomèrent, redonnant au pisé une surface plus régulière.

Le badigeon à l'eau permet d'augmenter la résistance de surface du mur à l'érosion en dispersant les particules d'argiles qui se présentent parfois sous forme d'agrégats. Ces agrégats de plusieurs grains d'argile ne participent pas à la cohésion de l'ensemble. Les dissocier permet de multiplier le nombre de contacts entre les particules et d'augmenter la cohésion et la résistance.







LES ENDUITS EN TERRE

Pour faire un enduit de terre, on tamise de la terre à pisé à 10 mm puis on ajoute la même quantité de sable que de terre. On mouille le tout jusqu'à obtenir une bonne plasticité avant de l'appliquer à la truelle. Il est nécessaire d'effectuer au préalable une série d'essais pour vérifier le retrait de l'enduit. Pour un enduit extérieur et selon l'orientation et la dégradation de la façade, il peut être nécessaire de le stabiliser avec un liant hydraulique, ciment blanc de préférence pour conserver la couleur de la terre.

Dans le cadre du programme européen Léonardo da Vinci, «Promotion de la construction en terre pour le développement régional», quatorze partenaires de six pays européens ont créé une unité de formation professionnelle sur les matériaux en terre et leurs applications. Ce programme sur les enduits de terre va faire l'objet de formations avec la CAPEB et l'AFPA Rhône-Alpes sous la direction du laboratoire CRATerre-ENSAG.

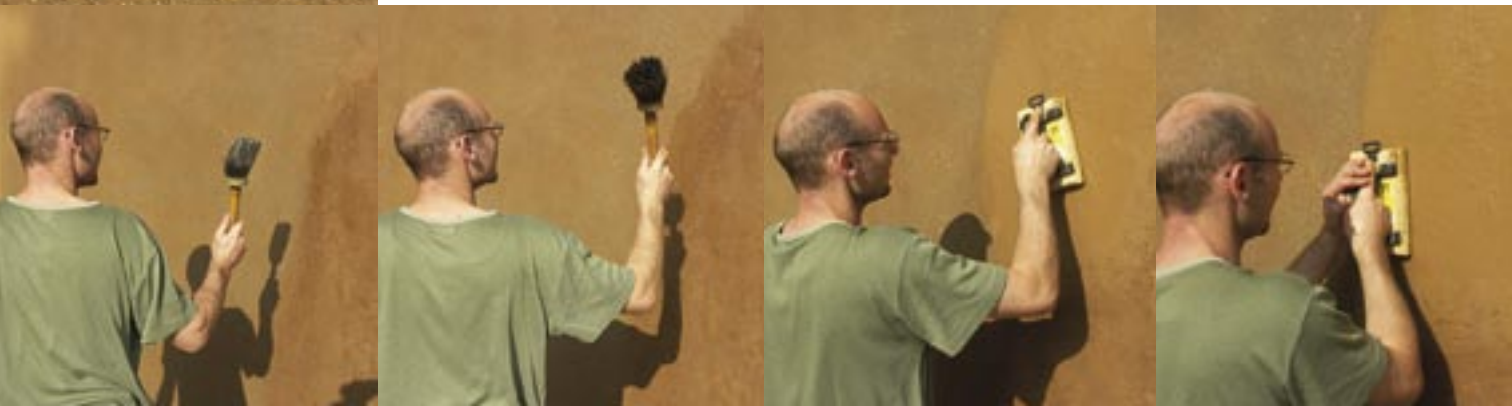


TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE <i>page 2</i>			PISÉ H₂O <i>page 18</i>
INTRODUCTION <i>page 3</i>			LA GRANGE PORCHER <i>page 20</i>
UNE CULTURE DE BÂTISSEURS <i>page 4</i>			LE PISÉ COULÉ <i>page 22</i>
UN TERRITOIRE EN ACTION <i>page 6</i>			LES ENDUITS SUR BÉTON <i>page 30</i>
LA MATIÈRE EN GRAINS <i>page 8</i>			LA MISE A NU DU PISÉ <i>page 32</i>
DES GRAINS, DE L'AIR ET DE L'EAU <i>page 10</i>			LES ENDUITS EN TERRE <i>page 34</i>
DE L'EAU POUR CONSTRUIRE <i>page 12</i>			TABLE DES MATIÈRES <i>page 36</i>

CONTACTS

ISERE, PORTE DES ALPES

Créé en octobre 2000 et validé par la Région Rhône-Alpes et le département de l'Isère, le Contrat Global de Développement d'Isère, Porte des Alpes représente 48 communes associées autour d'un objectif commun de développement du territoire.

Isère, Porte des Alpes, 8 route de St Jean de Bournay,
38300 Bourgoin-Jallieu
Tel : 04 74 93 10 63
site internet : www.isereportedesalpes.fr

CRATERRE-ENSAG

CRATerre, créé en 1979, est un laboratoire de recherche de l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble qui travaille sur l'architecture de terre et le développement durable avec une équipe de professionnels spécialisée dans la construction en terre.

CRATerre-ENSAG, Maison Levrat, Parc Fallavier, BP 53
38 092 Villefontaine cedex
Tel : 04 74 95 43 91, craterre@club-internet.fr
site internet : www.craterre.archi.fr

FOURNISSEUR DE MATÉRIAUX

AKTERRE, info@akterre.com, tel: 0476074205

ENTREPRENEURS

Caracole, caracolscoop@cegetel.net, tel: 0476483347

ARCHITECTES

LTM, jmletiec@yahoo.fr, tel: 0603317659
Paccoud, gregoire.paccoud@wanadoo.fr

festival GRAINS D'ISÈRE

COMMENT RESTAURER LE PISÉ

PREMIERES DÉMONSTRATIONS DE PISÉ H₂O

Aux Grands Ateliers à Villefontaine dans le cadre du festival Grains d'Isère

Professionnels :

samedi 27 mai et dimanche 28 mai 2006

de 10h à 12h et de 14h à 16h

Particuliers intéressés

du lundi 29 mai au dimanche 4 juin 2006 de 10h à 12h

Cet atelier bénéficie des derniers résultats de la recherche sur le comportement de la matière en grains et sur le rôle important de l'eau et des argiles. Il initie de nouvelles techniques de mise en œuvre du pisé et de restauration qui bouleversent les savoirs traditionnels et les techniques actuelles. Pour découvrir ce savoir-faire nouveau concernant les techniques de restauration et de préservation du pisé, des démonstrations sont faites sur des murets à l'attention des professionnels et des artisans du Nord Isère ainsi que des particuliers intéressés.

Ces nouvelles techniques résultent de l'association de recherches fondamentales sur la matière en grains et d'expérimentations innovantes qui ont permis de démontrer que l'eau n'est pas l'ennemi du pisé mais bien au contraire un formidable allié. Ces recherches débouchent sur la mise au point de nouveaux bétons de terre qui se substituent avantageusement aux reprises en sous-œuvre en béton de ciment. Les techniques du pisé coulé permettent de réparer les murs, les trous et les fissures et l'application de badigeons, de terre et d'eau, ouvrent des voies nouvelles pour mieux conserver l'identité et l'authenticité du pisé.

Des formations seront ultérieurement proposées en collaboration avec la CAPEB et l'AFPA Rhône-Alpes sous la direction du laboratoire CRATerre-ENSAG.

Pour tous renseignements et inscriptions s'adresser à : CRATerre-EAG, Tel : 04 74 95 43 91, craterre@club-internet.fr



ARTAS
BADINIERES
BEAUVOIR DE MARC
BONNEFAMILLE
BOURGAIN-JALLIEU
CHÂTEAUVILLAIN
CHATONNAY
CHEZENEUVE
CRACHIER
CULIN
DIEMOZ
DOMARIN
ECLOSE
FOUR
LA VERPILLIERE
LES EPARRES
LIEUDIEU
L'ISLE D'ABEAU
MAUBEC
MEYRIE
MEYRIEU LES ETANGS
MEYSSIEZ
MONTCARRA
NIVOLAS-VERMELLE
ROCHE
ROYAS
RUY-MONTCEAU
SAINT-AGNIN-SUR-BION
SAINT-ALBAN-DE-ROCHE
SAINT-CHEF
SAINT-HILAIRE-DE-BRENS
SAINT-JEAN-DE-BOURNAY
SAINT-MARCEL-BEL-ACCUEIL
SAINT-QUENTIN-FALLAVIER
SAINT-SAVIN
SAINT-ANNE-SUR-GERVONDE
SALAGNON
SATOLAS-ET-BONCE
SAVAS-MEPIN
SEREZIN-DE-LA-TOUR
SUCCIEU
TRAMOLE
TREPT
VAULX-MILIEU
VENERIEU
VIGNIEU
VILLEFONTAINE
VILLENEUVE-DE-MARC

ISBN 2-906901-44-X

prix : 20 €

Savoir-faire des charpentiers d'antan, l'habitat en terre représente une technique de construction traditionnelle qui caractérise aujourd'hui encore l'architecture du Nord Isère.

Véritable élément identitaire de notre patrimoine local, le pisé doit aujourd'hui être protégé, sauvegardé et valorisé comme témoin de notre histoire architecturale mais aussi comme un savoir-faire qu'il importe de transmettre aux générations futures.

C'est pourquoi, depuis plus de 5 ans, nous menons un partenariat étroit avec l'équipe du CRATerre afin de soutenir leur travail de recherche et de formation ainsi que leurs actions de sensibilisation et de communication.



Georges COLOMBIER
Président d'Isère, Porte des Alpes

Armand BONNAMY
Vice-président d'Isère Porte des Alpes